



全国高职高专教育精品规划教材

高等数学

(理工科)

主编 赵文茹

GAODENG SHUXUE



北京交通大学出版社
<http://press.bjtu.edu.cn>

责任编辑：杨 祎
封面设计：七星工作室

ISBN 978-7-81123-764-1



9 787811 237641 >

定价：35.00元

全国高职高专教育精品规划教材

高等数学(理工科)

主 编 赵文茹
副主编 王国廷 刘晓峰 邢亚军
郭晓梅 郭春英 闫国松

北京交通大学出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书在充分体现以应用为目的、以必需够用为度的基本原则的同时,兼顾了数学知识的连贯性及整体性.不墨守成规,精选内容,削枝强干,淡化理论证明,代之以几何解释、物理意义等.全书以一个“用”字贯穿始终,采取案例驱动的方式,每章的开始以具有实际背景的案例导入本章知识,又以解决问题的方式——应用数学模型来结束本章,充分体现了高职高专教育的特色.

本书精选了适合理工科专业的相关内容:函数、极限与连续;导数与微分;导数的应用;不定积分;定积分及其应用;空间解析几何与向量代数;多元函数的微分及其应用;多元函数的积分学;曲线积分;常微分方程;无穷级数.教材中选用了大量新颖的例题与习题,每节都配有习题,每章配有复习题及本章知识小结框图,书后附有简易积分表、初等数学常用公式、初等数学常见曲线和习题参考答案,以方便读者学习.

本书是高职高专理工类专业的通用教材,也可作为高等函授大学、夜大、职大的学习教材,还可作为各类在职工作人员的自学用书.

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

高等数学:理工科/赵文茹主编. —北京:北京交通大学出版社, 2009. 8

(全国高职高专教育精品规划教材)

ISBN 978-7-81123-764-1

I. 高… II. 赵… III. 高等数学-高等学校:技术学校-教材 IV. O13

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第123514号

责任编辑:杨 祎

出版发行:北京交通大学出版社

电话:010-51686414

北京市海淀区高粱桥斜街44号

邮编:100044

印刷者:北京东光印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印张:21.25 字数:518千字

版 次:2009年8月第1版 2009年8月第1次印刷

书 号:ISBN 978-7-81123-764-1/O·67

印 数:1~3 000册 定价:35.00元

本书如有质量问题,请向北京交通大学出版社质监组反映。对您的意见和批评,我们表示欢迎和感谢。

投诉电话:010-51686043, 51686008; 传真:010-62225406; E-mail: press@bjtu.edu.cn.

全国高职高专教育精品 规划教材丛书编委会

主任：曹 殊

副主任：武汉生（西安翻译学院）

朱光东（天津冶金职业技术学院）

何建乐（绍兴越秀外国语学院）

文晓璋（绵阳职业技术学院）

梅松华（丽水职业技术学院）

王 立（内蒙古建筑职业技术学院）

文振华（湖南现代物流职业技术学院）

叶深南（肇庆科技职业技术学院）

陈锡畴（郑州旅游职业学院）

王志平（河南经贸职业学院）

张子泉（潍坊科技学院）

王法能（西安外事学院）

邱曙熙（厦门华天涉外职业技术学院）

逯 侃（步长集团 陕西国际商贸学院）

委员：黄盛兰（石家庄职业技术学院）

张小菊（石家庄职业技术学院）

邢金龙（太原大学）

孟益民（湖南现代物流职业技术学院）

周务农（湖南现代物流职业技术学院）

周新焕（郑州旅游职业学院）

成光琳（河南经贸职业学院）

高庆新（河南经贸职业学院）

李玉香（天津冶金职业技术学院）

邵淑华（德州科技职业学院）

刘爱青（德州科技职业学院）

宋立远（广东轻工职业技术学院）

孙法义（潍坊科技学院）

颜 海（武汉生物工程学院）

出版说明



高职高专教育是我国高等教育的重要组成部分，其根本任务是培养生产、建设、管理和
服务第一线需要的德、智、体、美、劳全面发展的应用型专门人才，所培养的学生在掌握必
要的基础理论和专业知识的基础上，应重点掌握从事本专业领域实际工作的基础知识和职业
技能，因此与其对应的教材也必须有自己的体系和特点。

为了适应我国高职高专教育发展及其对教育改革和教材建设的需要，在教育部的指导
下，我们在全国范围内组织并成立了“全国高职高专教育精品规划教材研究与编审委员会”
(以下简称“教材研究与编审委员会”)。“教材研究与编审委员会”的成员所在单位皆为教学
改革成效较大、办学实力强、办学特色鲜明的高等专科学校、成人高等学校、高等职业学校
及高等院校主办的二级职业技术学院，其中一些学校是国家重点建设的示范性职业技术学
院。

为了保证精品规划教材的出版质量，“教材研究与编审委员会”在全国范围内选聘“全
国高职高专教育精品规划教材编审委员会”(以下简称“教材编审委员会”)成员和征集教
材，并要求“教材编审委员会”成员和规划教材的编著者必须是从事高职高专教学第一线的
优秀教师和专家。此外，“教材编审委员会”还组织各专业的专家、教授对所征集的教材进
行评选，对所列选教材进行审定。

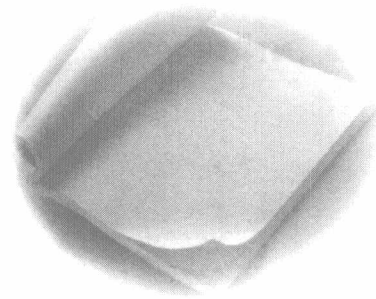
此次精品规划教材按照教育部制定的“高职高专教育基础课程教学基本要求”而编写。
此次规划教材按照突出应用性、针对性和实践性的原则编写，并重组系列课程教材结构，力
求反映高职高专课程和教学内容体系改革方向；反映当前教学的新内容，突出基础理论知
识的应用和实践技能的培养；在兼顾理论和实践内容的同时，避免“全”而“深”的面面俱
到，基础理论以应用为目的，以必要、够用为尺度；尽量体现新知识和新方法，以利于学
生综合素质的形成和科学思维方式与创新能力的培养。

此外，为了使规划教材更具广泛性、科学性、先进性和代表性，我们真心希望全国从事
高职高专教育的院校能够积极参与到“教材研究与编审委员会”中来，推荐有特色、有创新
的教材。同时，希望将教学实践的意见和建议，及时反馈给我们，以便我们对出版的教材不
断地进行修订、完善，不断地提高教材质量，完善教材体系，为社会奉献更多更新的与高职
高专教育配套的高质量教材。

此次所有精品规划教材均由全国重点大学出版社——北京交通大学出版社出版。适合于各类高等专科学校、成人高
等学校、高等职业学校及高等院校主办的二级技术学院使用。

全国高职高专教育精品规划教材研究与编审委员会

2009年7月



总 序

历史的年轮已经跨入了公元2009年，我国高等教育的规模已经是世界之最，2008年毛入学率达到23%，属于高等教育大众化教育阶段。根据教育部2006年第16号《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》等文件精神，高职高专院校要积极构建与生产劳动和社会实践相结合的学习模式，把工学结合作为高等职业教育人才培养模式改革的重要切入点，带动专业调整与建设，引导课程设置、教学内容和教学方法改革。由此，高职高专教学改革进入了一个崭新阶段。

新设高职类型的院校是一种新型的专科教育模式，高职高专院校培养的人才应当是应用型、操作型人才，是高级蓝领。新型的教育模式需要我们改变原有的教育模式和教育方法，改变没有相应的专用教材和相应的新型师资力量的现状。

为了使高职院校的办学有特色，毕业生有专长，需要建立“以就业为导向”的新型人才培养模式。为了达到这样的目标，我们提出“以就业为导向，要从教材差异化开始”的改革思路，打破高职高专院校使用教材的统一性，根据各高职高专院校专业和生源的差异性，因材施教。从高职高专教学最基本的基础课程，到各个专业的专业课程，着重编写出实用、适用高职高专不同类型人才培养的教材，同时根据院校所在地经济条件的不同和学生兴趣的差异，编写出形式活泼、授课方式灵活、引领社会需求的教材。

培养的差异性是高等教育进入大众化教育阶段的客观规律，也是高等教育发展与社会发展相适应的必然结果。也只有使在校学生接受差异性的教育，才能充分调动学生浓厚的学习兴趣，才能保证不同层次的学生掌握不同的技能专长，避免毕业生被用人单位打上“批量产品”的标签。只有高等学校的培养有差异性，其毕业生才能有特色，才会在就业市场具有竞争力，从而使高职高专的就业率大幅度提高。

北京交通大学出版社出版的这套高职高专教材，是在教育部“十一五规划教材”所倡导的“创新独特”四字方针下产生的。教材本身融入了很多较新的理念，出现了一批独具匠心的教材，其中，扬州环境资源职业技术学院的李德才教授所编写的《分层数学》，教材立意新颖，独具一格，提出以生源的质量决定教授数学课程的层次和级别。还有无锡南洋职业技术学院的杨鑫教授编写的一套《经营学概论》系列教材，将管理学、经济学等不同学科知识融为一体，具有很强的实用性。

这套系列教材是由长期工作在第一线、具有丰富教学经验的老师编写的，具有很好的指导作用，达到了我们所提倡的“以就业为导向培养高职高专学生”和因材施教的目标要求。

教育部全国高等学校学生信息咨询与就业指导中心择业指导处处长
中国高等教育学会毕业生就业指导分会秘书长
曹 殊 研究员

前 言

高职高专教育的培养目标是塑造高技能的应用型专门人才。为了贯彻落实《教育部关于以就业为导向深化高等职业教育改革的若干意见》的精神，紧扣时代脉搏，强调知识与技能的密切结合，并充分考虑到理工科专业的特点，为学生的就业夯实基础，根据《高职高专教育高等数学课程教学基本要求》，经充分调研和多年的实践经验，凝聚了多位编者的智慧，精心编写了这本《高等数学（理工科）》教材。

“高等数学”是高职高专理工科各专业必修的主要基础课程，对提高学生的逻辑思维能力、数形结合能力、计算与应用能力等，有着其他学科不可替代的作用，有利于加强技术应用型人才素质的培养。一本好的教材会让教者得心应手，会让学者爱不释手。

本教材具有以下特点。

(1) 本教材以“掌握概念，强化应用，培养技能”为主线，充分体现以应用为目的、以必需够用为度的高职高专教学基本原则，从实际需要出发，使数学理论和实际应用有机地结合起来，让学生不仅知道数学是什么，更知道数学能做什么，在每一章的前面以“案例”形式作导向，指明本章内容的实践性，以具体的应用实例引入本章，用以引起学生的足够注意，增加学习本章知识的浓厚兴趣；同时以解决实际问题的方式作为每章的结束，即以数学模型方式结束本章；前后呼应，浑然一体。

(2) 在兼顾了知识的连贯性及整体性的同时，不墨守成规，精选教学内容，削枝强干，淡化理论证明，代之以几何解释、物理意义等。

(3) 在教材内容的安排上，充分考虑学生的数学基础及专业的要求，注意了初等数学与高等数学的衔接与过渡，力求通俗易懂、深入浅出，精选了大量新颖的例题与习题，每节后配备习题，每章后配备复习题，便于学生巩固练习。每章后配备本章知识小结框图，便于学生对本章知识的总体了解与掌握。

(4) 为了体现高等数学的广泛应用，本教材编写进了数学建模的有关知识，以提高学生解决实际问题的能力。

(5) 人性化地在书后编写了习题参考答案和常用的数学公式及简易积分表，以方便读者学习使用。

本书按 90~120 学时设计，带标 * 号和应用模型内容为选讲，学时不足的教学单位可选择弹性使用。本书是高职高专理工类专业的通用教材，也可作为高等函授大学、夜大、职大的学习教材，还可供各类在职工作人员自学用书。

本教材由赵文茹担任主编，王国廷、刘晓峰、邢亚军、郭晓梅、郭春英、闫国松担任副主编。具体分工如下：辽宁工程技术大学职业技术学院赵文茹编写第 1 章、第 2 章及第 6 章，郭春英编写第 3 章，郭晓梅编写第 4 章，邢亚军编写第 5 章，王国廷编写第 10 章、第 11 章；辽宁信息职业技术学院闫国松编写第 9 章，辽宁职业学院刘晓峰编写第 7 章、第 8

章，答案与附录等由赵文茹整理。

本教材由沈阳建筑大学职业技术学院唐守宪教授审阅，在此深表谢意。

虽然我们力争使教材做得更好，但由于对高职高专教育工作的改革与探索还未臻完美，教材中仍难免存在不足之处，诚恳希望各相关院校和读者在使用本书的过程中给予关注，多提宝贵意见，以便我们修订时进一步完善。

编者
2009年7月

目 录

第 1 章 函数、极限与连续	1
1.1 函数	1
1.1.1 函数的概念	1
1.1.2 函数的性质	4
1.1.3 反函数	4
1.1.4 初等函数	5
1.1.5 建立函数关系 (实例)	8
习题 1-1	9
1.2 极限	10
1.2.1 数列的极限	10
1.2.2 函数的极限	11
习题 1-2	15
1.3 极限的运算	15
1.3.1 极限的四则运算	15
1.3.2 两个重要极限	17
习题 1-3	19
1.4 无穷小与无穷大	20
1.4.1 无穷小	20
1.4.2 无穷大	21
习题 1-4	22
1.5 函数的连续性	23
1.5.1 连续函数的概念	23
1.5.2 连续函数的运算	26
1.5.3 闭区间上连续函数的性质	28
习题 1-5	29
1.6 数学建模初步	30
1.6.1 数学模型	30
1.6.2 数学建模	31
复习题 1	33
本章知识小结框图	35
第 2 章 导数与微分	37
2.1 导数的概念	37

2.1.1	导数定义	37
2.1.2	导数的意义	41
2.1.3	可导与连续的关系	43
	习题 2-1	43
2.2	函数的求导法则	44
2.2.1	函数的和、差、积、商的求导法则	44
2.2.2	复合函数的求导法则	45
2.2.3	高阶导数	46
	习题 2-2	47
2.3	隐函数及参数方程确定的函数的求导法则	48
2.3.1	隐函数的求导法则	48
2.3.2	参数方程确定的函数的求导法则	50
2.3.3	初等函数的导数	51
	习题 2-3	51
2.4	函数的微分	52
2.4.1	微分的概念及几何意义	52
2.4.2	微分基本公式及微分的运算法则	53
2.4.3	微分在近似计算中的应用	54
2.4.4	微分在误差估计中的应用	55
	习题 2-4	56
2.5	应用模型——抛物镜面的聚光问题	57
	复习题 2	58
	本章知识小结框图	59
第 3 章 导数的应用		60
3.1	洛必达法则	60
3.1.1	$\frac{0}{0}$ 型未定式	60
3.1.2	$\frac{\infty}{\infty}$ 型未定式	61
3.1.3	其他类型未定式	62
	习题 3-1	63
3.2	函数单调性的判定 函数的极值	63
3.2.1	函数单调性的判别方法	63
3.2.2	函数极值的判别法	66
3.2.3	函数最值的求法	67
	习题 3-2	68
3.3	函数图形的描绘	69
3.3.1	曲线的凹凸与拐点	69

3.3.2 函数图形的描绘	71
习题 3-3	73
3.4 应用模型——捕鱼业的产量与效益模型	73
复习题 3	75
本章知识小结框图	77
第 4 章 不定积分	78
4.1 不定积分的概念与性质	78
4.1.1 原函数与不定积分的概念	78
4.1.2 不定积分的几何意义	79
习题 4-1	80
4.2 不定积分的基本公式和性质 直接积分法	81
4.2.1 不定积分的基本公式和性质	81
4.2.2 直接积分法	82
习题 4-2	83
4.3 换元积分法	83
4.3.1 第一换元积分法 (凑微分法)	84
4.3.2 第二换元积分法 (去根号法)	87
习题 4-3	90
4.4 分部积分法	90
习题 4-4	92
4.5 简易积分表及使用方法	93
习题 4-5	94
4.6 应用模型	94
复习题 4	96
本章知识小结框图	98
第 5 章 定积分及其应用	99
5.1 定积分的概念与性质	99
5.1.1 两个引例	99
5.1.2 定积分的定义	101
5.1.3 定积分的几何意义	102
5.1.4 定积分的性质	102
习题 5-1	104
5.2 牛顿—莱布尼茨公式	105
5.2.1 积分上限的函数及其导数	105
5.2.2 牛顿—莱布尼茨公式	106
习题 5-2	107
5.3 定积分的换元积分法与分部积分法	108

5.3.1 定积分的换元积分法	108
5.3.2 定积分的分部积分法	110
习题 5-3	111
5.4 广义积分	111
5.4.1 无穷限的广义积分	112
5.4.2 无界函数的广义积分	113
习题 5-4	115
5.5 定积分在几何上的应用	116
5.5.1 定积分的微元法	116
5.5.2 求平面图形面积	116
5.5.3 求空间立体体积	119
习题 5-5	121
5.6 定积分在物理上的应用	122
5.6.1 变力沿直线做功	122
5.6.2 液体静压力	123
5.6.3 函数的平均值	123
习题 5-6	124
5.7 应用模型	124
复习题 5	126
本章知识小结框图	128

第 6 章 空间解析几何与向量代数	129
6.1 空间直角坐标系	129
6.1.1 空间直角坐标系	129
6.1.2 空间两点间的距离	130
习题 6-1	131
6.2 向量及其线性运算	131
6.2.1 向量的概念	131
6.2.2 向量的加、减法	132
6.2.3 数与向量的乘法	132
6.2.4 向量的坐标	133
6.2.5 向量的模与方向余弦	135
习题 6-2	135
6.3 向量的数量积与向量积	136
6.3.1 两向量的数量积	136
6.3.2 向量的向量积	137
习题 6-3	140
6.4 平面及其方程	140
6.4.1 平面的点法式方程	141

6.4.2	平面的一般方程	141
6.4.3	两平面的夹角、平行与垂直	143
	习题 6-4	145
6.5	空间直线及其方程	145
6.5.1	空间直线的方程	145
6.5.2	两直线的夹角、平行与垂直	147
	习题 6-5	148
6.6	常见曲面的方程及图形	149
6.6.1	曲面方程的概念	149
6.6.2	常见的曲面方程及其图形	150
6.6.3	空间曲线	155
	习题 6-6	156
	复习题 6	156
	本章知识小结框图	158
第 7 章	多元函数的微分及其应用	159
7.1	多元函数	159
7.1.1	多元函数的概念	159
7.1.2	二元函数的极限和连续	160
	习题 7-1	162
7.2	偏导数	162
7.2.1	偏导数的概念	162
7.2.2	高阶偏导数	164
	习题 7-2	165
7.3	全微分及其应用	165
7.3.1	全微分的概念	165
7.3.2	全微分在近似计算中的应用	166
	习题 7-3	167
7.4	多元复合函数的微分	167
7.4.1	复合函数的微分法	167
7.4.2	隐函数的微分法	170
	习题 7-4	171
7.5	偏导数的应用	172
7.5.1	偏导数在几何上的应用	172
7.5.2	多元函数的极值	175
7.5.3	条件极值	177
	习题 7-5	178
7.6	应用模型——广告投资决策问题	179
	复习题 7	179

本章知识小结框图	181
第 8 章 多元函数的积分学	183
8.1 二重积分的概念与性质	183
8.1.1 引例	183
8.1.2 二重积分的定义	184
8.1.3 二重积分的性质	185
习题 8-1	186
8.2 二重积分的计算	187
8.2.1 直角坐标系下二重积分的计算	187
8.2.2 极坐标系下二重积分的计算	190
习题 8-2	192
8.3 二重积分的应用	193
8.3.1 二重积分在几何上的应用	193
8.3.2 平面薄片的重心	196
8.3.3 平面薄板的转动惯量	197
习题 8-3	198
8.4 应用模型	198
8.4.1 人口密度问题	198
8.4.2 工程作业总量计算问题	198
复习题 8	199
本章知识小结框图	201
* 第 9 章 曲线积分	202
9.1 对弧长的曲线积分	202
9.1.1 对弧长的曲线积分的概念和性质	202
9.1.2 对弧长的曲线积分的计算	204
习题 9-1	207
9.2 对坐标的曲线积分	207
9.2.1 对坐标的曲线积分的概念和性质	207
9.2.2 对坐标的曲线积分的计算	210
9.2.3 格林公式	211
9.2.4 平面曲线积分与路径无关的条件	213
习题 9-2	214
9.3 应用模型	215
9.3.1 重心问题	215
9.3.2 转动惯量问题	215
9.3.3 面积问题	216
复习题 9	216

本章知识小结框图	217
第 10 章 常微分方程	218
10.1 常微分方程的一般概念	218
10.1.1 微分方程的概念	218
10.1.2 微分方程的解	218
习题 10-1	219
10.2 可分离变量的微分方程与齐次微分方程	220
10.2.1 可分离变量的微分方程	220
10.2.2 齐次微分方程	221
习题 10-2	222
10.3 一阶线性微分方程	222
10.3.1 一阶线性齐次微分方程的通解	222
10.3.2 一阶线性非齐次微分方程的通解	223
习题 10-3	224
10.4 几种可降阶的二阶微分方程	225
10.4.1 $y^{(n)} = f(x)$ 型的微分方程	225
10.4.2 $y'' = f(x, y')$ 型的微分方程	226
10.4.3 $y'' = f(y, y')$ 型的微分方程	227
习题 10-4	227
10.5 二阶线性微分方程	228
10.5.1 线性微分方程解的结构	228
10.5.2 二阶线性常系数齐次微分方程	229
10.5.3 二阶线性常系数非齐次微分方程	231
习题 10-5	234
10.6 应用模型	235
10.6.1 凹镜问题	235
10.6.2 第二宇宙速度	236
10.6.3 放射性元素的质量衰变规律	237
复习题 10	238
本章知识小结框图	239
第 11 章 无穷级数	240
11.1 无穷级数的概念和性质	240
11.1.1 无穷级数的基本概念	240
11.1.2 无穷级数的基本性质	243
习题 11-1	244
11.2 数项级数的审敛法	245
11.2.1 正项级数及其审敛法	245